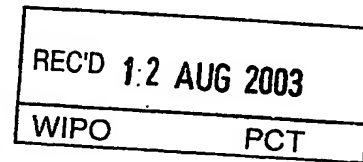


**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 28 825.9

**Anmeldetag:** 27. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Schaltungsanordnung mit einem Spannungs-  
zwischenkreisumrichter

**IPC:** H 02 H 7/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

## Beschreibung

Schaltungsanordnung mit einem Spannungszwischenkreisumrichter

5 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung mit einem  
Spannungszwischenkreisumrichter, der einen Zwischenkreiskon-  
densator und parallel zu diesem angeordnete Schaltzweige, die  
in Serie geschaltete Schaltelemente aufweisen, enthält, wobei  
zum Schutz vor Kurzschlussströmen und Überspannungen ein  
10 Kurzschlussthyristor vorhanden ist.

Diese Schaltelemente können abschaltbare Bauelemente, wie  
z.B. Thyristoren, insbesondere GTO-Thyristoren mit antiparal-  
lel geschalteten Freilaufdioden, sein.

15

Eine derartige Schaltungsanordnung ist aus dem Sonderdruck  
aus ZEV-DET Glasers Annalen, Heft 2/3 1994: Rudolf Wagner  
„Drehstrom-Antriebstechnik für Diesellokomotiven in Nordame-  
rika“ bekannt. Die dort beschriebene Drehstromantriebstechnik  
20 erfordert den Einsatz eines Spannungszwischenkreisumrichters  
zwischen der Spannungsversorgung und dem Drehstrommotor. Im  
Bremsbetrieb werden die Fahrmotoren zu Generatoren, so dass  
Strom in den Spannungszwischenkreisumrichter zurückgespeist  
wird. Dabei könnten im Umrichter vorhandene GTO-Thyristoren  
25 durch Überströme und Überspannungen beschädigt werden.

25

Aus dem genannten Aufsatz ist bekannt, zur Verhinderung sol-  
cher Schäden ein Hardware-Schutzsystem einzusetzen. Es ist im  
gleichen Aufsatz auch vorgeschlagen, zum Abbau einer Über-  
spannung einen einfachen Kurzschlussthyristor einzusetzen, da  
30 dieser weniger Platz beansprucht und auch kostengünstiger ist  
als ein Schutzsystem.

30

Die geschilderten Schutzsysteme können nur eingesetzt werden,  
35 wenn der Umrichter GTO-Thyristoren aufweist, da bei diesen  
die Strombelastbarkeit hoch ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung mit einem Spannungszwischenkreisumrichter anzugeben, die die Stoßstrombelastung der Freilaufdioden der Schaltzweige im Schutzfall reduziert und es damit ermöglicht, auch Freilaufdioden mit geringerer Stoßstrombelastbarkeit als bisher einzusetzen, wie es z.B. bei den Freilaufdioden von gebondeten IGBT-Modulen der Fall ist. Insbesondere soll es möglich sein, die Schaltungsanordnung auch dann einzusetzen, wenn der Umrichter als Schaltelemente IGBTs und deren Freilaufdioden enthält.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass mit dem Zwischenkreiskondensator und mit den Schaltzweigen eine Kurzschlusschutzanordnung verbunden ist, bestehend aus einer Parallelschaltung des Kurzschluss thyristors mit entgegengesetzt zu diesem durchlässigen Paaren von in Serie geschalteten Schutzdioden, dass die Kurzschlusschutzanordnung parallel zum Zwischenkreiskondensator geschaltet ist und dass jeweils ein Anschlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schaltelementen eines Schaltzweiges mit jeweils einem Anschlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schutzdioden der Kurzschlusschutzanordnung verbunden ist.

Die Schutzdioden, die bei der Schaltungsanordnung nach der Erfindung neu sind, sind im Normalbetrieb des Umrichters nicht stromführend. Sie sind auch nicht an den Kommutierungsvorgängen des Umrichters beteiligt. Sie können daher vorteilhafterweise auf geringe Durchlassspannungen und damit auf hohe zulässige Stromstöße, die beim Zünden eines Kurzschließer thyristors auftreten können, optimiert werden. Es ist dabei unerheblich, wenn die Schutzdioden weniger gute Schalteigenschaften haben. Die guten Schalteigenschaften des Umrichters sind nämlich durch die Freilaufdioden der Schaltelemente in den Schaltzweigen gewährleistet.

Insbesondere wird der Vorteil erzielt, dass die guten Schalteigenschaften durch die Freilaufdioden der Schaltzweige ge-

währleistet sind, während die guten Durchlasseigenschaften durch die Schutzdioden der Kurzschlusschutzanordnung gewährleistet sind. Es ergibt sich eine vorteilhafte Kombination.

5 In einem Fehlerfall, d.h. bei einem Kurzschluss, wird der Kurzschluss thyristor gezündet, so dass der Zwischenkreiskondensator entladen wird. Nach der Entladung des Zwischenkreiskondensators sind jeweils ein zugeordnetes Schutzdiodenpaar und ein Freilaufdiodenpaar der Schaltelemente eines Schaltzweiges parallel geschaltet. Folglich werden die Freilaufdioden der Schaltzweige durch die Schutzdioden von lastseitig oder netzseitig verursachten Kurzschlussströmen entlastet.

15 Es wird der Vorteil erzielt, dass besonders die Schaltzweige und die dort vorhandenen Schaltelemente vor Überströmen und Überspannungen geschützt werden.

Beispielsweise ist die Kurzschlusschutzanordnung nur mit dem Zwischenkreiskondensator und den Schaltzweigen der Netzseite verbunden. Nach einem anderen Beispiel ist die Kurzschlusschutzanordnung nur mit dem Zwischenkreiskondensator und den Schaltzweigen der Lastseite verbunden. Mit diesen Alternativen wird der Vorteil erzielt, dass bei Bedarf auch nur die besonders betroffenen Teile des Umrichters vor Kurzschläßen geschützt werden können.

25 Die Schaltelemente der Schaltzweige sind beispielsweise IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistor). Solche Transistoren waren bisher selbst in Verbindung mit einem bekannten Schutz vor Kurzschläßen nicht immer schützbar, da sie Überspannungen und Überströmen weniger gut standhalten können als GTOs. Mit der Schaltungsanordnung nach der Erfindung wird der Vorteil erzielt, dass selbst empfindlichere IGBTs und deren Freilaufdioden zuverlässig vor Kurzschläßen geschützt werden können.

Beispielsweise ist die Kurzschlussschutzanordnung über in zwei Verbindungsleitungen angeordnete zusätzliche Schutzdioden mit dem Zwischenkreiskondensator verbunden, wobei die zusätzliche Schutzdiode der ersten Verbindungsleitung entgegengesetzt zur zusätzlichen Schutzdiode der zweiten Verbindungsleitung durchlässig ist. Damit wird der Schutz vor Kurzschlussströmen weiter verbessert, da diese hinsichtlich der Durchlassrichtung des Kurzschluss thyristors gleichgerichtet werden.

10

Beispielsweise sind dem Kurzschluss thyristor strombegrenzende Bauteile zugeordnet. Es kann sich dabei um einen ohmschen Widerstand, eine Induktivität, einen Transformator oder um eine Kombination solcher Bauteile handeln. Solche zusätzlichen Bauteile sind geeignet den Stromfluss weiter zu begrenzen.

15

Mit der Schaltungsanordnung nach der Erfindung werden mit einfachen Mitteln Kurzschlussströme zuverlässig von einem Umrichter ferngehalten, so dass sogar IGBTs im Umrichter eingesetzt werden können.

20

Ein Ausführungsbeispiel der Schaltungsanordnung nach der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert:

25

FIG 1 zeigt eine Schaltungsanordnung mit Spannungszwischenkreisumrichter und Kurzschlussschutzanordnung.

FIG 2 zeigt eine Schaltungsanordnung, bei der nur die Netzseite des Umrichters geschützt ist.

30

FIG 3 zeigt eine Schaltungsanordnung, bei der nur die Lastseite des Umrichters geschützt ist.

35

Die FIG 4 und 5 zeigen Varianten für die in den Schaltzweigen vorhandenen in Serie geschalteten Schaltelementenpaare.

Die FIG 6 bis 9 zeigen Varianten für strombegrenzende Bauteile in Verbindung mit dem Kurzschlussthyristor.

Nach Figur 1 weist ein üblicher Spannungszwischenkreisumrichter Anschlüsse 1 und 2 für eine Spannungsversorgung und Anschlüsse 3 bis 5 für einen Drehstrommotor auf. Die genannten Anschlüsse 1 bis 5 stehen jeweils mit Schaltzweigen 6a bis 6e und dort mit Anschlusspunkten zwischen in Serie geschalteten Schaltelementen 7a bis 7e einerseits und 8a bis 8e andererseits, in Verbindung. Dabei bildet eine Serienschaltung aus zwei Schaltelementen (z.B. 7a und 8a) einen Schaltzweig (z.B. 6a). Die Schaltzweige 6a bis 6e sind parallel zueinander und zu einem Zwischenkreiskondensator 9 geschaltet.

Mit dem Zwischenkreiskondensator 9 und mit den Schaltzweigen 6a bis 6e ist eine Kurzschlusschutzanordnung 10 verbunden. Diese besteht aus einer Parallelschaltung eines Kurzschlussthyristors 11 mit entgegengesetzt zu diesem durchlässigen Paaren in Serie geschalteter Schutzdioden 12a bis 12e und 13a bis 13e. Außer, dass die Kurzschlusschutzanordnung 10 parallel zum Zwischenkreiskondensator 9 geschaltet ist, ist jeweils ein Anschlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schaltelementen 7a bis 7e und 8a bis 8e eines Schaltzweiges 6a bis 6e mit jeweils einem Anschlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schutzdioden 12a bis 12e und 13a bis 13e der Kurzschlusschutzanordnung 10 verbunden.

In den beiden Verbindungsleitungen, durch die die Parallelschaltung des Kurzschlussthyristors 11 mit dem Zwischenkreiskondensator 9 gegeben ist, ist jeweils eine zusätzliche Schutzdiode 14, 15 angeordnet. Diese Schutzdioden 14, 15 sind einander entgegengesetzt durchlässig.

In den Figuren 1 bis 3 entsprechen gleiche Bezugszeichen gleichen Bauteilen. Die beiden Ausführungsformen der Figuren 2 und 3 unterscheiden sich von der Ausführungsform nach Figur 1 nur dadurch, dass nach Figur 2 die Kurzschlusschutzvor-

richtung 10 nur dem Zwischenkreiskondensator 9 und den Schaltzweigen 6a und 6b der Netzseite zugeordnet ist, während nach Figur 3 die Kurzschlussschutzanordnung 10 nur dem Zwischenkreiskondensator 9 und den Schaltzweigen 6c bis 6e der Lastseite zugeordnet ist.

Die Figuren 4 und 5 zeigen zwei Beispiele, wie ein Schaltzweig 6 mit zwei Schaltelementen 7, 8 aufgebaut sein kann. Figur 4 zeigt zwei GTO-Thyristoren 16, 17 mit deren antiparallelen Freilaufdioden 18, 19, die jeweils in Serie geschaltet sind.

Figur 5 zeigt eine ähnliche Schaltungsanordnung wie Figur 4. Hier sind jedoch IGBT-Transistoren 20, 21 statt der GTO-Thyristoren 16, 17 aus Figur 4 vorhanden.

Die Figuren 6 bis 9 zeigen den Kurzschlussthyristor 11 in Verbindung mit zugeordneten strombegrenzenden Bauteilen. Nach Figur 6 ist eine Induktivität 22 in Serie geschaltet. Nach Figur 7 ist ein ohmscher Widerstand 23 in Serie geschaltet. Nach Figur 8 ist eine Parallelschaltung aus Induktivität 22 und ohmschem Widerstand 23 in Serie geschaltet. Nach Figur 9 ist die Primärwicklung eines Transformators 24 in Serie geschaltet, wobei die Anschlüsse der Sekundärwicklung des Transformators 24 mit einem ohmschen Widerstand 25 verbunden sind.

Mit der Schaltungsanordnung nach der Erfindung können mit einfachen Mitteln infolge von Kurzschlüssen auftretende Überspannungen und Überströme im Umrichter zuverlässig beherrscht werden. Es ist sogar möglich, in den Schaltzweigen 6a bis 6e empfindliche IGBTs und deren Freilaufdioden einzusetzen.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung mit einem Spannungszwischenkreisum-  
richter, der einen Zwischenkreiskondensator (9) und parallel  
5 zu diesem angeordnete Schaltzweige (6a bis 6e), die in Serie  
geschaltete Schaltelemente (7a bis 7e und 8a bis 8e) aufwei-  
sen, enthält, wobei zum Schutz vor Kurzschlussströmen und  
Überspannungen ein Kurzschlussthyristor (11) vorhanden ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
10 mit dem Zwischenkreiskondensator (9) und mit den Schaltzwei-  
gen (6a bis 6e) eine Kurzschlusschutzanordnung (10) verbun-  
den ist, bestehend aus einer Parallelschaltung des  
Kurzschlussthyristors (11) mit entgegengesetzt zu diesem  
durchlässigen Paaren von in Serie geschalteten Schutzdioden  
15 (12a bis 12e und 13a bis 13e), dass die Kurzschlusschutzan-  
ordnung (10) parallel zum Zwischenkreiskondensator (9) ge-  
schaltet ist und dass jeweils ein Anschlusspunkt zwischen  
zwei in Serie geschalteten Schaltelementen (7a bis 7e und 8a  
bis 8e) eines Schaltzweiges (6a bis 6e) mit jeweils einem An-  
20 schlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schutzdioden  
(12a bis 12e und 13a bis 13e) der Kurzschlusschutzanordnung  
(10) verbunden ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die  
Kurzschlusschutzanordnung (10) nur mit dem Zwischenkreiskon-  
densator (9) und den Schaltzweigen (6a und 6b) der Netzseite  
verbunden ist.

30 3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die  
Kurzschlusschutzanordnung (10) nur mit dem Zwischenkreiskon-  
densator (9) und den Schaltzweigen (6c bis 6e) der Lastseite  
verbunden ist.

35

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,



d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   d i e  
Schaltelemente (7a bis 7e und 8a bis 8e) der Schaltzweige (6a  
bis 6e) IGBTs sind.

- 5   5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   d i e  
Kurzschlussschutzanordnung (10) über in zwei Verbindungslei-  
tungen angeordnete zusätzliche Schutzdioden (14, 15) mit dem  
Zwischenkreiskondensator (9) verbunden ist, wobei die zusätz-  
10   liche Schutzdiode (14) der ersten Verbindungsleitung entge-  
gengesetzt zur zusätzlichen Schutzdiode (15) der zweiten Ver-  
bindungsleitung durchlässig ist.

- 15   6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,   d a s s   d e m  
Kurzschlussthyristor (11) strombegrenzende Bauteile zugeord-  
net sind..

## Zusammenfassung

## Schaltungsanordnung mit einem Spannungszwischenkreisumrichter

- 5 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung mit einem Spannungszwischenkreisumrichter, der einen Zwischenkreiskondensator (9) und parallel zu diesem angeordnete Schaltzweige (6a bis 6e) enthält. Diese Schaltzweige (6a bis 6e) weisen jeweils zwei in Serie geschaltete Schaltelemente (7a bis 7e und 8a bis 8e) auf. Zum Schutz vor Kurzschlussströmen ist ein Kurzschlussthyristor (11) vorhanden. Es ist vorgesehen, dass mit dem Zwischenkreiskondensator (9) und mit den Schaltzweigen (6a bis 6e) eine Kurzschlusschutzanordnung (10) verbunden ist. Diese besteht aus einer Parallelschaltung des Kurzschlussthyristors (11) mit entgegengesetzt zu diesem durchlässigen Paaren von in Serie geschalteten Schutzdioden (12a bis 12e und 13a bis 13e). Die Kurzschlusschutzanordnung (10) ist parallel zum Zwischenkreiskondensator (9) geschaltet und jeweils ein Anschlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schaltelementen (7a bis 7e und 8a bis 8e) eines Schaltzweiges (6a bis 6e) ist mit jeweils einem Anschlusspunkt zwischen zwei in Serie geschalteten Schutzdioden (12a bis 12e und 13a bis 13e) der Kurzschlusschutzanordnung (10) verbunden.

25  
FIG 1

FIG 1

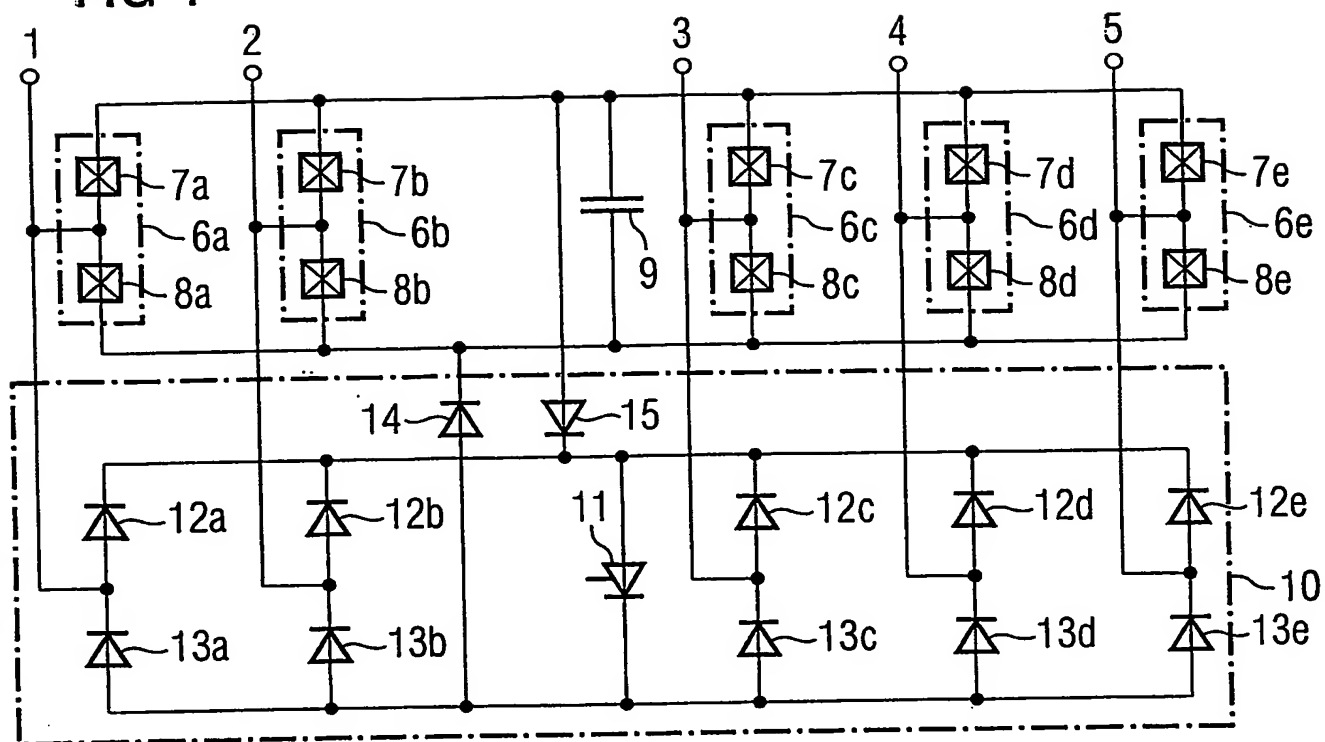


FIG 2

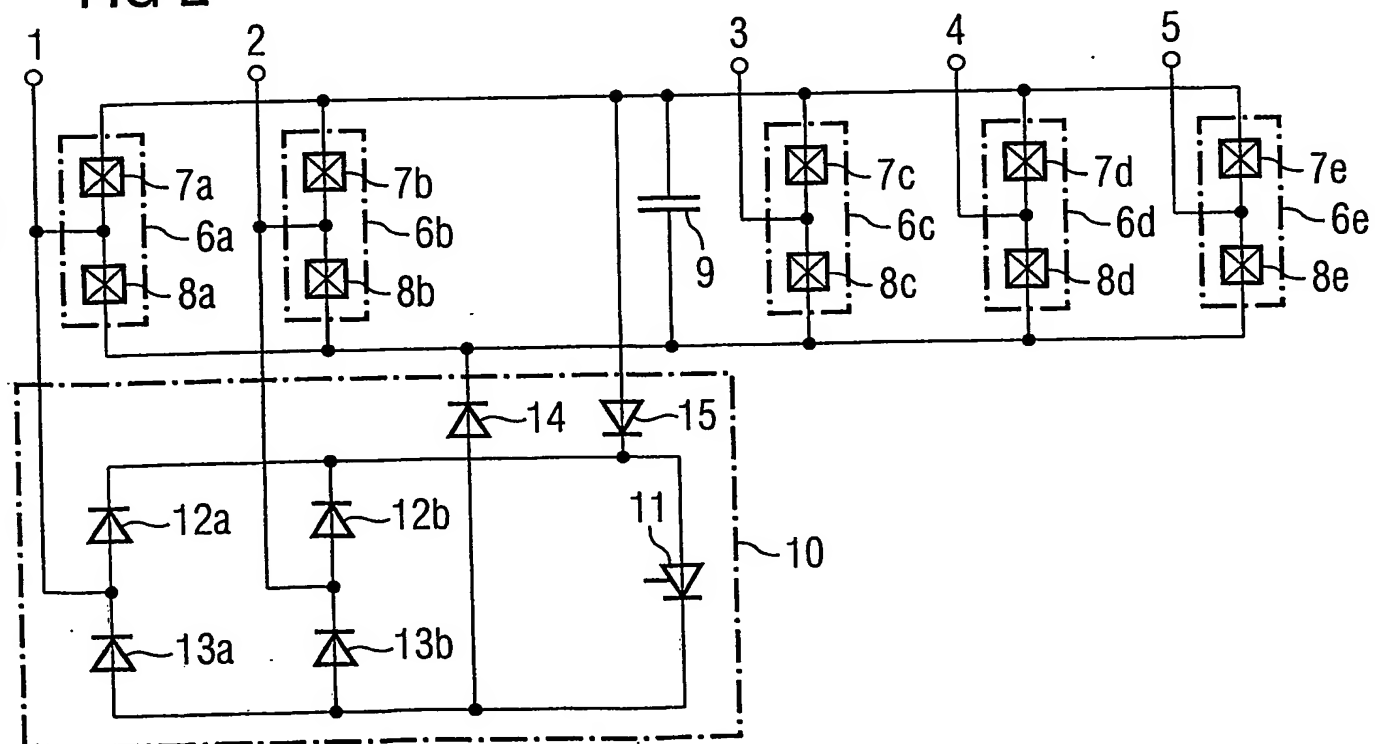


FIG 3

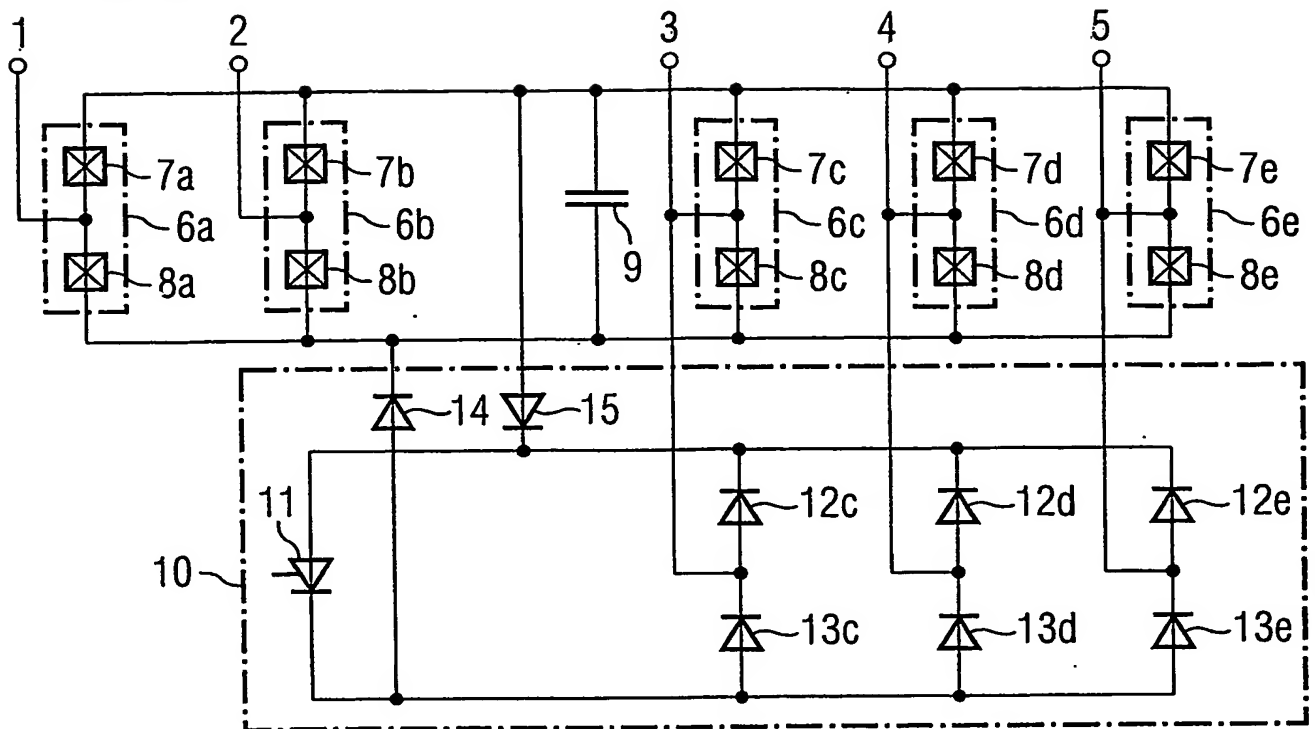


FIG 4

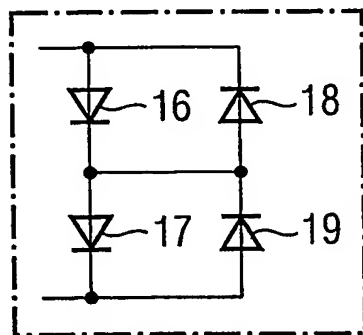


FIG 5

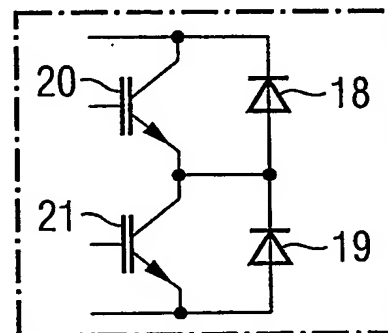


FIG 6

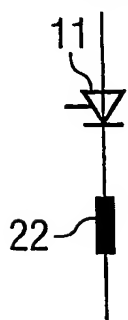


FIG 7

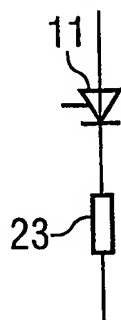


FIG 8

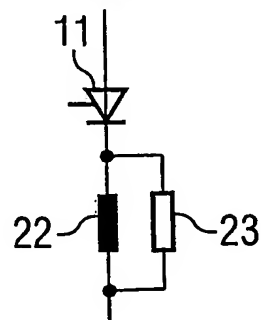


FIG 9

